

Jörg Jerosch¹

Vertebroplastik und Kyphoplastik – ein Update

Kypho- and vertebroplasty – an update

Zusammenfassung: Der vorliegende Artikel gibt eine Übersicht über die Literaturlage zur Vertebro- und Kyphoplastie bei der Therapie von osteoporotischen Kompressionsfrakturen. Neben den Indikationen und den Hinweisen zur technischen Durchführung werden insbesondere die Ergebnisse der einzelnen Verfahren sowie auch der Vergleich beider Verfahren diskutiert und dargestellt. Weiterhin finden sich Hinweise zu den Komplikationen und insbesondere zur Kosteneffektivität im Rahmen der Behandlung der osteoporotischen Wirbelkörperfraktur.

Schlüsselwörter: Osteoporose, Wirbelsäule, Kyphoplastie, Vertebroplastie

Zitierweise

Jerosch J. Vertebroplastik und Kyphoplastik – ein Update. OUP 2015; 11: 540–548 DOI 10.3238/oup.2015.0540–0548

Summary: The present article shows the indications, some technical issues and especially the results of vertebro- and kyphoplasty. Also the comparison of kypho- and vertebroplasty is presented and besides this aspects the complications and especially the cost-effectiveness of both treatment options are demonstrated.

Keywords: osteoporosis, vertebroplasty, kyphoplasty, spinal fractures

Citation

Jerosch J. Kypho- and vertebroplasty – an update. OUP 2015; 11: 540–548 DOI 10.3238/oup.2015.0540–0548

Einleitung

Die Osteoporose ist eine Stoffwechselerkrankung des Knochens, die durch Knochensubstanzverlust, Veränderungen der Mikroarchitektur der Knochen und in der Folge durch Verluste an Knochenfestigkeit charakterisiert ist [1]. Bei jedem Menschen über 40 Jahre verringert sich die Knochenmasse jährlich um 0,5–1,5 % [2]. Von einer Osteoporose spricht die WHO allerdings erst bei einem Abfall der messbaren Knochendichte auf –2,5 Standardabweichungen unter der normalen Knochendichtewert für junge kaukasische Frauen [3]. Von allen 50-jährigen Frauen werden etwa 15,6 % Wirbelkörperfrakturen erleiden, 17,5 % Hüftfrakturen und 39,7 % irgendeine Fraktur im Laufe des vor ihnen liegenden Lebens. Während der Schenkelhalsbruch fast immer zu einer Krankenhauseinweisung führt, werden Wirbelkörperfrakturen nach

wie vor oft noch therapeutisch vernachlässigt.

Da kein Goldstandard zur Bestimmung einer Wirbelfraktur existiert [4] und da die Angaben zum Teil auf der Grundlage unterschiedlicher Bestimmungsmethoden beruhen, wird die Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben. Daher ist es sehr schwer, reliable Daten über die tatsächliche Prävalenz von Wirbelkörperfrakturen zu erhalten.

Cooper et al. [5] berichteten, dass die alters- und geschlechtsadaptierte Inzidenz von vertebralem Frakturen 117 auf 100.000 Einwohner beträgt und dass insgesamt 25 % der Frauen über 50 Jahre eine oder mehr vertebrale Frakturen haben. Unter Berücksichtigung dieser Daten wird bei der US-Population über 50 Jahren eine Zunahme von 60 % zwischen 2000 und 2025 stattfinden [6]. Anders als bei Frakturen des proximalen Femur oder des Radius sind die

osteoporotisch bedingten Kompressionsfrakturen im Bereich der Wirbelsäule häufig nicht mit einem adäquaten Trauma assoziiert. Man geht davon aus, dass nur etwa 30 % der vertebralem Frakturen klinisch auffällig werden [7]. Es kommt häufig zu einer signifikanten Morbidität, die sich durch anhaltenden und chronischen Rückenschmerz äußert.

Körperliche Folgen von Wirbelfrakturen sind Größenverluste, Rundrücken („Witwenbuckel“) und eine Verringerung des Abstands zwischen Rippenbögen und Beckenkamm. Sind diese Veränderungen einmal eingetreten, so sind sie irreversibel. Nach frischen Wirbelfrakturen haben die Patienten zum Teil akute Schmerzen und damit quälende Beschwerden, die in der Regel 4–6 Wochen andauern. Die Ursachen dieser Schmerzen ist in lokalen Mediatoren zu sehen (Abb. 1) und wird über ein multiples Schmerzfasersystem im

¹ Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin, Johanna-Etienne-Krankenhaus, Neuss

Wirbelkörper weitergeleitet (Abb. 2). Jedoch werden nur etwa 30 % der Frakturen klinisch erfasst [8].

Irreversible spinale Deformitäten mit einer klinisch relevanten Kyphose führen zu einer Einschränkung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (HRQOL: Health Related Quality of Life) [9, 10]. Hallberg et al. [9] zeigten, dass die HRQOL-Ergebnisse nach osteoporotischen Frakturen signifikant schlechter sind bei Patienten im Alter von 55–75 Jahren bei einem 3- bis 24-monatigem Follow-up (physische und mentale Einschränkungen). Es zeigt sich weiterhin, dass vertebrale Frakturen einen erheblich größeren und längeren Einfluss auf den HRQOL haben als Radius- oder Humerusfrakturen.

Biomechanisch besonders ungünstig scheint der thorakolumbale Übergang zu sein. Hier sind nach einmal stattgehabter Fraktur auch mit nur geringer Deformierung immer wieder rasch progrediente Verläufe zu beobachten (Abb. 3).

Mortalität

Eine osteoporotische Wirbelkörperfraktur ist assoziiert mit einer deutlich erhöhten Mortalitätsrate [11, 12, 13]. Lau et al. [11] fanden, dass die Gesamtmortalität nach einer Wirbelkörperfraktur 2-mal so hoch ist wie das von altersgleichen, nicht verletzten Kollektiven. Die Überlebensrate nach der Frakturdiagnose wurde anhand der Kaplan-Meier-Methode wie folgt geschätzt: nach 3 Jahren 53,9 %, nach 5 Jahren 30,9 % und nach 7 Jahren nur noch 10,5 %. Das war signifikant geringer als bei altersentsprechenden Vergleichskollektiven. Die Mortalität scheint bei Männern größer als bei Frauen zu sein, hier finden sich die größten Unterschiede bei jüngeren Patienten [11, 12]. Edidin et al. [13] berichteten, dass die Lebenserwartung zwischen 2,2 und 7,3 Jahren größer ist bei Patienten, die eine Zementaugmentation erhielten im Vergleich zu nicht operativ behandelten Patienten. Kado et al. [14] zeigten, dass Frauen mit einer neuen Fraktur ein altersdaptiert um 32 % erhöhtes Mortalitätsrisiko haben im Vergleich mit Frauen ohne Wirbelkörperfraktur. Die Autoren schlussfol-

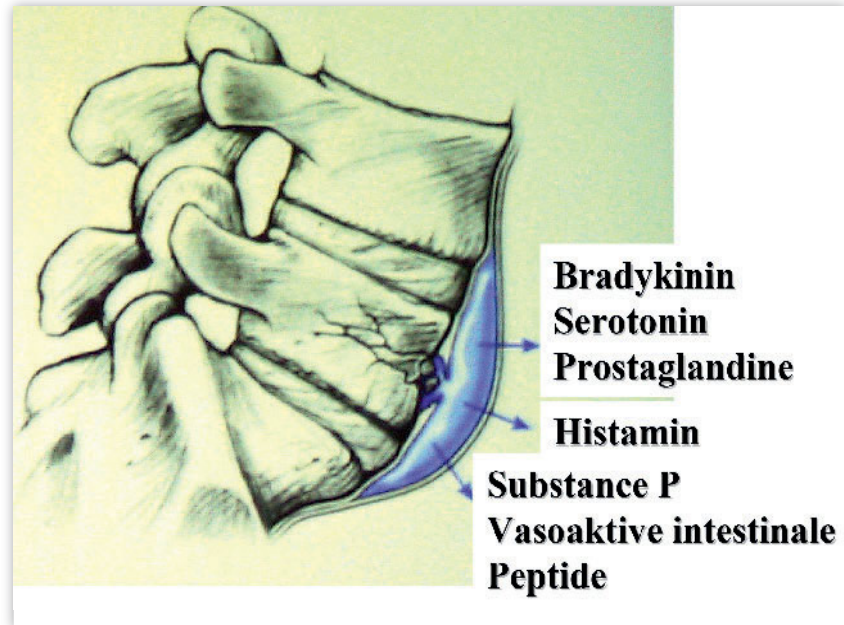


Abbildung 1 Schmerzmediatoren bei Wirbelkörperfrakturen.

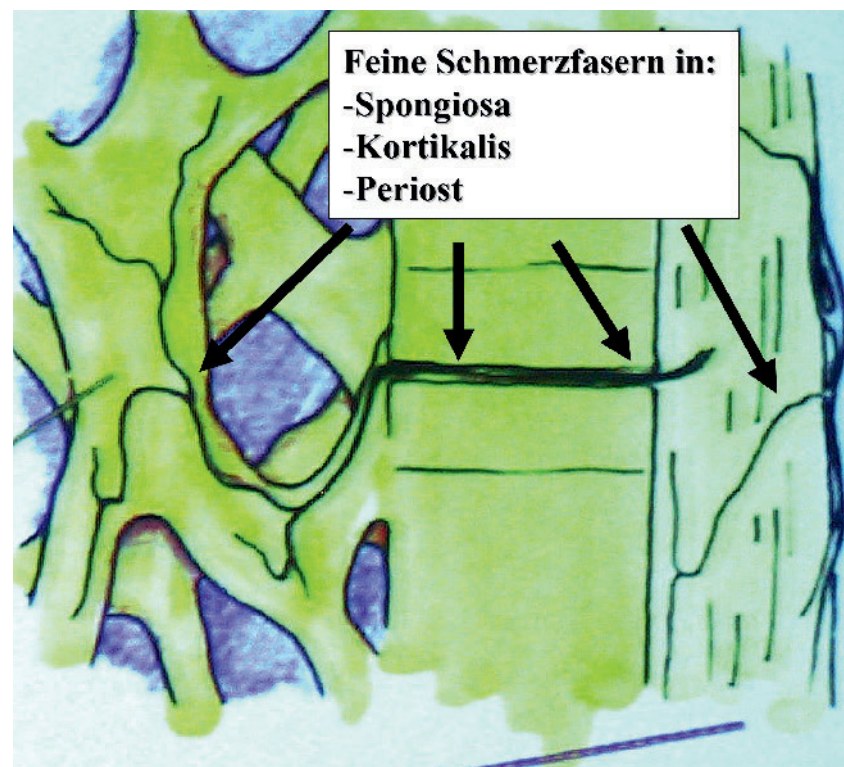


Abbildung 2 Schmerzfasern im Wirbelkörper.

gerten, dass das erhöhte Mortalitätsrisiko vor allen Dingen durch Gewichtsverlust und fehlende körperliche Aktivität bedingt ist. Das Mortalitätsrisiko ist insgesamt 25 % größer bei Wirbelkörperfrakturen als bei Hüftfrakturen [15].

Kosten für die Gesellschaft

Im Jahr 2005 gab es in den Vereinigten Staaten auf Grund von osteoporotisch bedingten Wirbelkörperfrakturen 2,5 Millionen ambulante Arztkontakte, 34.000 Krankenhausaufnahmen und

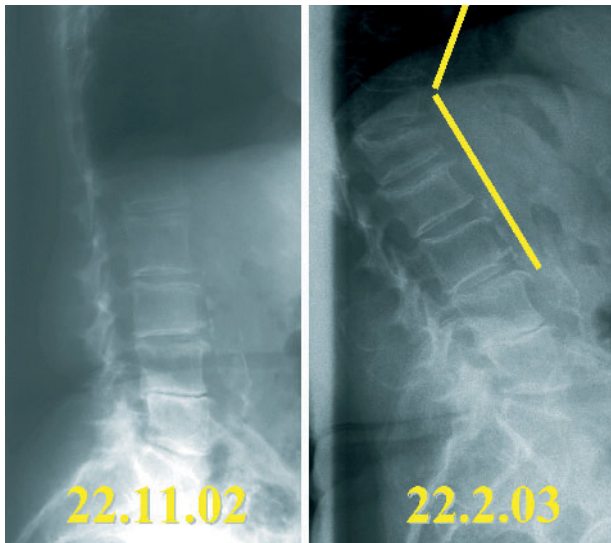


Abbildung 3 Progredienz einer osteoporotischen Fraktur im thorakolumbalen Übergang.



Abbildung 5 Lagerung des Patienten.

180.000 Heimbesuche durch Krankenschwestern [16] mit einem insgesamt direkten Kostenvolumen von 17 Milliarden US-Dollar [16, 17].

Diagnostik

Die klinische Untersuchung kann schon wegweisend für die Diagnose einer vertebralen Kompressionsfraktur sein. Der lokale Durckschmerz über einem isolierten Dornfortsatz ist typisch [18, 19]. Die Diagnosesicherung einer Fraktur wird üblicherweise mittels Kernspintomografie gestellt. Einen Knochenszintigrafie oder Röntgenserien im Verlauf können ebenfalls hilfreich sein. Im Kernspin findet sich üblicherweise ein erhöhtes Signal im T2-Bild oder in der STIR-Sequenz und ein reduziertes Signal im T1-Bild. Diese Veränderungen entsprechen einem akuten Ödem.

Therapieoptionen

Im Vordergrund der Behandlung sollten die Beseitigung der Schmerzphasen und die Prophylaxe einer progressiven Kyphose sein, die in sich wiederum aufgrund ungünstiger statischer Veränderungen zu progredienten anhaltenden Rückenschmerzen führen kann.

Neben der medikamentösen Behandlung, die besonders in der Prophylaxe eingesetzt wird, reicht das thera-

peutische Spektrum bei manifesten Frakturen von konservativen Therapiemaßnahmen mit Analgesie/Bettruhe, Korsett- oder Miederbehandlung zur Mobilisation bis hin zu aufwändigen, stabilisierenden Eingriffen. Für viele Patienten sind jedoch aufgrund wesentlicher zusätzlicher Erkrankungen größere chirurgische Eingriffe nicht mehr zumutbar. Zudem ist die Fixationsmöglichkeit von Implantaten in osteoporotischem Knochen deutlich vermindert.

Minimalinvasive Augementationsverfahren zur Stabilisierung oder sogar zur teilweisen Wiederaufrichtung haben sich im letzten Jahrzehnt etabliert. Hierzu gibt es prinzipiell 2 unterschiedliche Techniken: die perkutane Vertebroplastik (PVP) und die perkutane Kyphoplastik (PKP).

Die meisten Autoren empfehlen zunächst einen 3-wöchigen konservativen Therapieversuch. Die Beschwerden nach einer osteoporotischen Wirbelkörperfraktur dauern in der Regel 2–3 Monate. Eine Metaanalyse von randomisierten kontrollierten Untersuchungen (RCT) zeigte exzellente Resultate, sowohl in der Frühgruppe (2–3 Wochen) als auch in der Spätgruppe (2–3 Monate) [20].

Eine weitere Indikationsgruppe stellt die Patienten dar, die aufgrund ihrer Schmerzen und funktionellen Einschränkungen durch die osteoporotische Fraktur hospitalisiert sind [21]. Bei diesen Patienten kann die Zementaug-

mentation eine rasche Verbesserung erzielen [7].

Andere seltenere Indikationen stellen primäre Knochentumoren dar, wie beispielsweise Hämangiome oder Riesenzelltumoren, sowie auch sekundäre Knochenmetastasen mit pathologischen Frakturen (Tabelle 1).

Perkutane Vertebroplastik

Die Technik der perkutanen Vertebroplastik (PVP) wurde erstmals 1987 zur Behandlung vertebraler Hämangiome beschrieben [22]. Als Füllmaterial wurde Polymethylmetacrylat (PMMA) verwendet, welches bis heute das Material der Wahl geblieben ist. Auch die Auffüllung von Wirbelkörpern mit Knochenzement ist im Rahmen der Tumorchirurgie bereits mehrfach beschrieben. Nachdem in diesen Fällen meist eine rasche und deutliche Schmerzreduktionen zu verzeichnen war, wurde Mitte der 90er Jahre begonnen, auch osteoporotische Wirbelkörperkompressionen mit der PVP zu behandeln.

OP-Technik: Bei der PVP wird der frakturierte Wirbelkörper mit flüssigen Knochenzement (PMMA) aufgefüllt (Abb. 4). Die Operation erfolgt über eine perkutan eingebrachte Hohlkanüle, die transpedikulär in dem Wirbelkörper platziert wird. Benutzt wird in der Regel ein steriler Knochenzement, der relativ lange dünnflüssig bleibt; prinzipiell ist auch in-

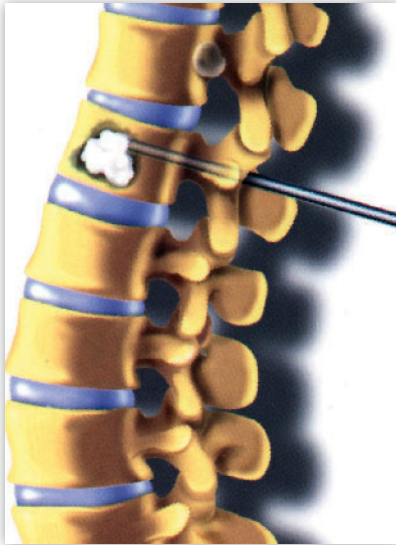


Abbildung 4 Schematische Darstellung der Vertebroplastik.

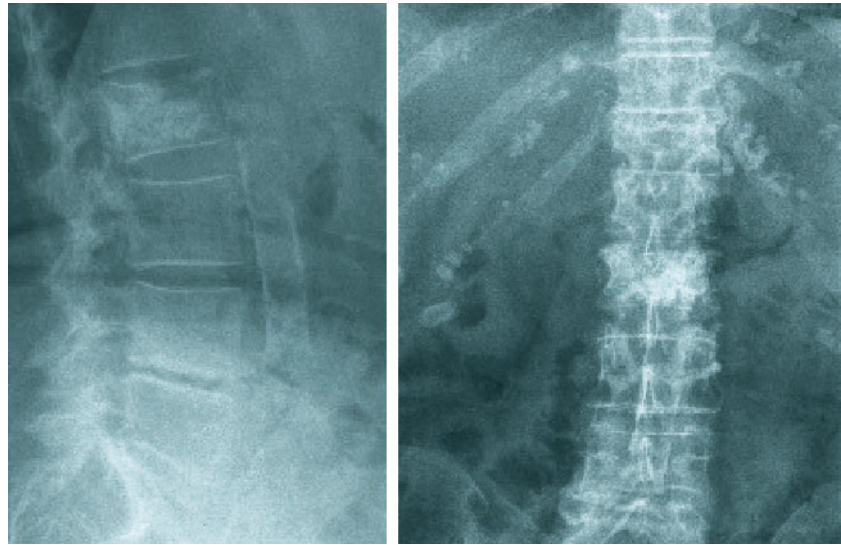


Abbildung 6 Postoperatives Röntgenbild nach PVP in 2 Ebenen.

jektionsfähiges biodegradibles Calciumphosphat geeignet. In der Regel wird eine PVP in Lokalanästhesie durchgeführt und ist somit auch für die oftmals multimorbiden Patienten wenig belastend. Ein venöser Zugang ist ebenso obligat wie ein Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktionen.

In der klinischen Routine wird die Vertebroplastik im LWS-Bereich im Operationssaal unter Bildwandlerkontrolle durchgeführt. Der Patient wird auf dem Bauch gelagert (Abb. 5). Der Rücken wird chirurgisch mehrfach steril abgewaschen und steril abgedeckt. Das zu augmentierende Niveau unter dem Bildwandler identifiziert. Der Bildwandler kann intraoperativ steril umgeschwenkt werden, sodass während der Zementauffüllung eine Röntgenkontrolle in mehreren Ebenen möglich ist. Haut und Stichkanal werden bis auf das Periost des betroffenen Wirbelkörpers mit Lokalanästhetikum infiltriert.

Dann wird transpedikulär eine Punktionskanüle in den betroffenen Wirbelkörper eingebracht. Die Injektion des PMMA erfolgt unter kontinuierlicher Röntgenkontrolle, wobei besonderes Augenmerk der Wirbelkörperhinterkante sowie potenziellen Zementextrusionen nach anterior zu richten ist. Im Idealfalle vergrößert sich die Zementwolke, ausgehend von der Nadelspitze, kontinuierlich unter Respektierung des Wirbelkörperrahmens. Die Zementauffüllung muss bei sichtbaren Zementextrusionen sofort abgebrochen werden und ist durch die

zunehmende Viskosität des Materials limitiert. Nach Aushärten des Zements werden die Nadeln entfernt und die Stichinzisionen verschlossen. Der Patient kann sofort mobilisiert werden. Postoperativ erfolgt eine Röntgenkontrolle (Abb. 6).

Im thorakalen Bereich ist eine CT-kontrollierte Auffüllung indiziert, um Fehlfunktionen zu vermeiden (Abb. 7). Es gibt bereits verschiedene Systeme auf dem Markt. Diese unterscheiden sich zum Teil erheblich im Preis sowie in der Handhabbarkeit der einzelnen Systeme. Eine PVP sollte möglichst rasch nach der Fraktur durchgeführt werden. Das Verfahren lässt sich gleichzeitig bei mehreren Wirbelkörpern durchführen. Voraussetzung für die PVP ist, dass die Hinterkanten der Wirbelkörper intakt sind, um so ein Eindringen des Knochenzements in den Spinalkanal zu vermeiden.

Biomechanik und Biologie: Die meisten Studien in der Literatur vergleichen die biomechanischen Eigenschaften eines einzelnen Wirbelkörpers nach Zementfüllung mit denen eines nichtaugmentierten Nachbarwirbels. Hierbei wird erwartungsgemäß deutlich, dass sich mit einer Augmentierung sowohl die Festigkeit („failure strength“) als auch die Steifigkeit eines Wirbelkörpers signifikant erhöhen lassen [23, 24]. Dies gilt insbesondere für PMMA und in etwas geringerem Ausmaß für Alternativmaterialien, wie z.B. Calciumphosphat-Zemente [25, 26, 27]. Stechow und Alkalay [28] untersuchen

den die Belastbarkeit frakturierter osteoporotischer Wirbelkörper vor und nach PVP mit PMMA. Die Knochenstruktur und -dichte von 20 Wirbelkörpern (T6-L2) wurde vor und nach PVP mit Röntgen und DEXA beurteilt. Die Bestimmung der Belastbarkeit bis zur Fraktur erfolgte durch quasi-statische, kombinierte axiale Kompression mit anteriorem Flexionsmoment vor und nach PVP. Die Ergebnisse zeigten, dass die Knochendichte der untersuchten Wirbelkörper vor PVP signifikant erniedrigt war (0.52g/cm^2 ; Norm: 0.55g/cm^2). Die Belastbarkeit und die axiale Steifigkeit waren nach PVP signifikant erhöht. Die Autoren folgerten, dass die perkutane Vertebroplastik mit PMMA in frakturierten Wirbelkörpern eine effektive Methode ist, um die Belastbarkeit der Wirbelkörper signifikant zu steigern.

Auch die Frage der potenziellen Gefahr von Hitzeschäden im Zuge der Aushärtung des Zements wurde schon untersucht. So konnten Wang et al. [29] im Tierversuch keine spinalen Schädigungen bei cervikalen Fusionen mit PMMA im Hundemodell nachweisen, auch wenn keine Isolationschicht verwendet wurde. Die Autoren führen dies auf die Isolationsfunktion der erhaltenen Ligamentae sowie vor allem auf die Wärmetransportfähigkeit der gefäßreichen duranahen Strukturen zurück.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Literatur, den experimentellen Grundlagen [30] und klinischen Erfah-



Abbildung 7 PVP im thorakalen Bereich unter CT-Kontrolle.

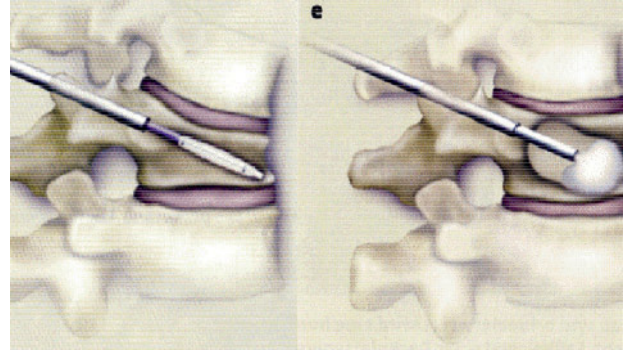


Abbildung 8 Schematische Darstellung der Kyphoplastik.

rungen [31, 32] wird die PVP in den Therapiealgorithmus bei Osteoporosepatienten integriert. Daneben stellen schmerzhafte und/oder instabile primäre oder sekundäre Wirbelkörper Tumoren sowie klinisch symptomatische Hämangiome eine Indikation dar.

Perkutane Kyphoplastik

Die Perkutane Kyphoplastik (PKP) (Abb. 8) ist eine Weiterentwicklung der Vertebroplastik und stellt ein minimalinvasives chirurgisches Verfahren zur Aufrichtung frischer schmerzhafter Wirbelfrakturen dar.

OP-Technik: Die ersten Schritte entsprechen dem oben beschriebenen Ablauf der PVP. Nach korrekter transpedikulärer Platzierung der K-Drähte werden diese mit einer Arbeitskanüle überbohrt. Der Ausgang der Kanüle sollte am Übergang des Pedikels in den Wirbelkörper liegen. Mit einem Stößel wird der Kanal für den zu verwendenden Ballon vorbereitet. Dieser Kanal liegt im unteren Drittel des Wirbelkörpers und reicht bis zur anterioren Kortex. Durch die Arbeitskanüle werden dann die Ballons in den vorbereiteten Knochenkanal geschoben. Durch stufenweises Aufblasen des Ballons mit Kochsalzlösung, der ein röntgendichtes Kontrastmittel beigemischt ist, wird der Wirbel wieder aufgerichtet und die Kyphose vermindert (Abb. 9, 10). Dies geschieht unter Monitorüberwachung des Druckaufbaus und -verlaufs.

Dann wird der Ballon entfernt und in die entstandene Höhle flüssiger Knochenzement zur Stabilisierung des Wirbels eingespritzt. Dies erfolgt ebenfalls unter Bildwandlerkontrolle.

Postoperative Mobilisation

Das Ziel bei Patienten mit einer vertebrealen Kompressionsfraktur bei einer vorliegenden Osteoporose ist die rasche Mobilisation. Es gibt keine Level-1- oder 2-Studien hinsichtlich der Notwendigkeit und Verwendung von Braces vor oder nach einer Zementaugmentation. Letztendlich bleibt es ins Ermessen des Therapeuten gestellt. Wichtig ist jedoch, dass auf jeden Fall eine adäquate medikamentöse Osteoporosetherapie begonnen wird.

Literaturlage anhand von randomisierten kontrollierten Studien

Vor 2009 finden sich keine prospektiv randomisierten kontrollierten Studien, die die Effektivität der Zementaugmentation bei osteoporotischen vertebrealen Kompressionsfrakturen überprüfte. Seitdem finden sich 8 prospektive RCTs, welche in peer reviewed Journals publiziert wurden.

Kallmes et al. [33] und Buchbinder et al. [34] verglichen die Vertebroplastie mit Scheineingriffen und konnten keinen Vorteil der Zementaugmentation darstellen. Beide Studien wiesen jedoch erhebliche methodische Probleme auf. Es ist generell akzeptiert, dass die Zementaugmentation den meisten Gewinn bei akuten Frakturen ergibt, die nicht auf konservative Maßnahmen ansprechen. Diese o.g. Studien schlossen jedoch subakute Frakturen bis zum 12. Monat ein. Weiterhin war ein Knochenödem im Kernspin nicht notwendigerweise ein Einschlusskriterium. Auch wurde die Knochenaugmentation nur mit einer Scheinprozedur verglichen und nicht mit der konservativen Therapie.

Seitdem gibt es 6 weitere prospektive randomisierte kontrollierte Studien. Die Studien zeigten einen positiven Effekt der Zementaugmentation im Vergleich zur nicht operativen Therapie [35, 36, 37, 38, 39, 40, 41] und nur eine Studie zeigte keinen Effekt im Vergleich zur Kontrollgruppe [42, 43].

2013 publizierten Anderson et al. [44] eine Metaanalyse der Vertebraaugmentations im Vergleich zur nicht chirurgischen Maßnahme bei osteoporotischen Wirbelkörperfrakturen. Sie inkludierten 6 Publikationen dieser prospektiven RCTs, wobei die Untersuchung von Kallmes und Buchbinder [33, 34] mit beinhaltet waren. Als primäres Outcome wurde der Schmerz gemessen (VAS-Skala, spezifische Wirbelsäulenfunktion und HRQOL). Die Ergebnisse dieser Metaanalyse zeigten, dass die Zementaugmentation eine signifikant bessere Schmerzreduktion, ein besseres funktionelles Outcome und eine Verbesserung im HRQOL aufweist als nicht operative Maßnahme oder Scheinprozeduren. Diese Ergebnisse waren signifikant hinsichtlich des frühen und späten Follow-ups (6 und 12 Monaten) ($p < 0,001$).

Eine weitere prospektive randomisierte kontrollierte Studie wurde in dieser Metaanalyse nicht eingeschlossen. Blasco et al. [41] untersuchten 125 Patienten, die randomisiert mit einer Vertebroplastie und einem nicht operativen Management zugeteilt wurden. Die Einschlusskriterien waren osteoporotische Wirbelkörperfrakturen mit einer Anamnese von weniger als 12 Monaten und gleichzeitigem Ödem im Kernspin oder Aktivitäten in der Knochenszintigrafie mit einem VAS von ≥ 4 . Die Autoren fanden, dass in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung im VAS zu allen Zeitpunkten auf-

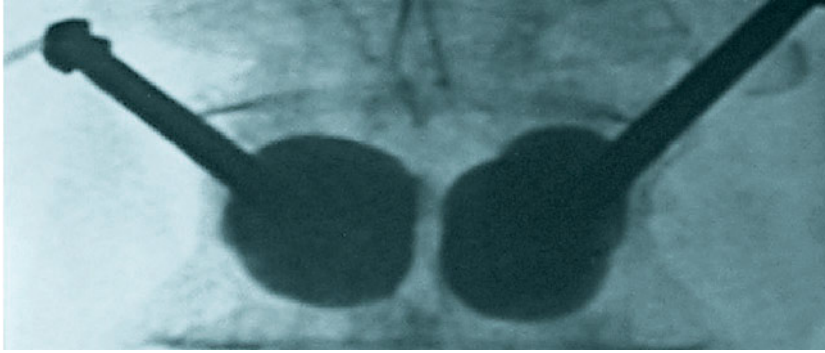


Abbildung 9 Bilaterales Aufrichten durch Ballonkatheter.

trat mit einer signifikant stärkeren Verbesserung in der Vertebroplastiegruppe im Zeitraum von 2 Monaten. Hinsichtlich des funktionellen Outcomes war die Vertebroplastik-Gruppe zu allen Zeitpunkten besser. Eine Verbesserung im funktionellen Outcome in der nicht operativ behandelten Gruppe fand sich nicht vor 6 Monaten. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Vertebroplastik zu einer schnelleren Schmerzreduktion führt und einer signifikanten Verbesserung der Schmerz-Scores nach 2 Monaten; und dass beide Gruppen nach einem Jahr doch vergleichbare Ergebnisse aufwiesen.

Die in den Arbeiten von Anderson et al. [44] und Blasco et al. [41] publizierten RCTs stellten die Zementaugmentation als valide Option für die entsprechenden Patientengruppe dar.

Das adäquate Timing der Zementaugmentation ist nach wie vor etwas kontrovers, da viele Patienten mit vertebrale Kompressionsfrakturen auch durch eine symptomatische konservative Behandlung eine Besserung erfahren. Basierend auf der vorliegenden Literatur sollte eine Zementaugmentation bei den Patienten mit einer akuten vertebrale Kompressionsfraktur mit Ödem im Kernspin erwogen werden, die über erhebliche Schmerzen berichten und die immobilisiert sind oder bei Patienten, die nicht innerhalb von 3–6 Wochen auf eine konservative Therapie ansprechen.

Vertebroplastik versus Kyphoplastik

Die Kyphoplastik bietet die Option, die Wirbelkörper-Deformität und die Kyphose in gewissen Umfang vor einer Zementinjektion zu korrigieren. Radio-

logisch scheint sich ein Vorteil zu ergeben. Der klinische Nutzen wird jedoch kontrovers diskutiert. Han et al. [45] publizierten einen systematischen Literaturreview und verglichen für die Vertebro- und die Kyphoplastik. 8 Studien (1 prospektive RCT, 3 klinisch kontrollierte Studien, 3 prospektive Kohortenstudien und 1 retrospektive Studie) mit insgesamt 848 Patienten. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Vertebroplastik effektiver ist in den ersten 7 Tagen hinsichtlich Schmerzreduktion. Die Kyphoplastik hat hingegen einen Vorteil, wenn man die 3-monatige funktionelle Verbesserung der Patienten beurteilt. Es gab keinen langfristigen Unterschied zwischen beiden Gruppen hinsichtlich Schmerzreduktion und funktioneller Verbesserung.

Omidi-Kashani et al. [46] verglichen die perkutane Kyphoplastik mit der Vertebroplastik bei isolierten osteoporotischen Kompressionsfrakturen. Sie fanden signifikante Verbesserungen bezüglich des Schmerzes im VAS und des SF-36 in beiden Gruppen. Die Kyphoplastie zeigte radiologisch eine Verbesserung der kyphotischen Angulation des frakturierten Wirbelkörpers (3,1° mittlere Korrektur) [37]. Es fand sich jedoch kein Unterschied bezüglich Schmerz und der funktioneller Verbesserung zwischen Vertebroplastik und Kyphoplastik. Der klinische Vorteil von 3° Verbesserung der fokalen Kyphose ist klinisch nicht signifikant.

Komplikationen

Typische Komplikationen der Zementaugmentation ist die Zementextravasation, die Embolie sowie das Auftreten neuer Frakturen. Neurologische Kompli-



Abbildung 10 Auffüllen der Höhle mit PMMA-Zement.

kationen sind selten, jedoch beschrieben.

Anhand von CT-Daten zeigt sich, dass eine Zementextravasation bei vielen Patienten vorkommt (18–88 %). In der Regel haben diese jedoch keine klinische Relevanz [47]. Die häufigste Zementleckage findet in die Endplatte oder die Bandscheibe statt (45 %) gefolgt von paravertebralen Extravasationen (35 %), epiduralen (20 %) und perivertebralen (18 %). Das CT zeigt hier deutlich mehr Extravasation als die normalen Röntgenaufnahmen [47]. Der Zementaustritt korreliert mit der geringeren Viskosität, dem Frakturtyp und höheren Injektionsvolumina [48]. Neurologische Komplikationen sind erfreulicherweise selten (unter 1 %). Falls jedoch eine derartige Komplikation auftritt, ist die unmittelbare De-

Indikationen und Kontraindikationen für Vertebro- und Kyphoplastik**Indikationen**

Schmerzhafte osteoporotische Wirbelkörperfrakturen, die nicht innerhalb von 2–3 Wochen verbessert werden.

Hospitalisierte Patienten aufgrund einer schmerzhaften osteoporotischen Wirbelkörperfraktur

Schmerzhafte pathologische Frakturen

Agressive Hämangiome der Wirbelsäule

Absolute Kontraindikationen

Asymptomatische Frakturen

Anamnestische Hinweise auf eine Wirbelkörper-Osteomyelitis

Allergie gegen Knochenzement oder Kontrastmittel

Irreversible Koagulopathien

Relative Kontraindikationen

Das Vorhandensein einer Radikulopathie

Knochenvorwölbungen gegen neurologische Strukturen

Mehr als 70 % Kollaps der Wirbelkörperhöhe

Multiple pathologische Frakturen

Wenig Erfahrung im Umgang mit potenziellen Komplikationen

Tabelle 1

kompression notwendig. Im Rahmen der Zementaugmentation sind jedoch auch Fälle beschrieben worden mit dauerhaftem neurologischen Defizit [49]. Ein Austritt in das Bandscheibenfach kann zu einer erhöhten Stressbelastung der angrenzenden Grundplatte führen und so eine sukzessive Fraktur verursachen.

Eine Zementembolie ist ebenfalls beschrieben worden. Dieses geht sogar bis zu fatalen Lungenembolien. Es sind auch cerebrale Insulte beschrieben worden. Ein systematischer Review, welcher die Inzidenz von kardiopulmonalen Embolien zum Thema hatte, zeigt eine Rate von 2–26 %, je nach diagnostischer Methode [50] für symptomatische und hämodynamisch relevanter Beeinflussung der Pulmonalarterienzirkulation ebenso wie für Beeinträchtigungen des rechten Herzens.

Neben einer Zementembolisation kann auch eine Embolisation von Fettmark aus dem Knochen entstehen, die

zur einer transienten akuten hämodynamischen Veränderung führen kann.

Anschlussfrakturen

Die erhöhte Steifheit eines vertebro- oder kyphoplastierten Wirbelkörpers führt zu einer vermehrten Belastung der angrenzenden Segmente. Dieses kann theoretisch zu einer erhöhten Frakturrate dieser Segmente führen. Eine Metaanalyse von RCTs, welche die Vertebroplastik und konservative Therapie verglichen, zeigt hingegen kein erhöhtes Risiko von sekundären Frakturen [44]. Etwa 20 % der Patienten in beiden Gruppen zeigten neue Frakturen zwischen 6 und 12 Monaten. Technische Probleme wie Extravasation in die Bandscheibe können das Risiko für Anschlussfrakturen jedoch erhöhen. Eine Limitation dieser Metaanalyse war, dass hier Patienten mit bis zu 3 Frakturen eingeschlossen wurden. Das Risiko, nach ei-

ner Augmentation eine neue Fraktur zu erhalten, ist erhöht bei Patienten mit multiplen Frakturen oder mit erheblichen kyphotischen Deformitäten. Bei manchen Patienten kann es auch im selben Segment auf Grund eines Zementversagens zu einer erneuten Fraktur kommen.

Zhang et al. [51] führten einen systematischen Review und eine Metaanalyse bezüglich des Risikos einer neuen osteoporotischen Wirbelkörperkompressionsfraktur nach Vertebroplastie durch. Sie fanden, dass 21 % der Patienten eine neue Fraktur nach Zementaugmentation erleiden. Prädiktive Faktoren waren hierbei geringer Body Mass Index und intradiskale Zementaustritte.

Kosteneffektivität der Zementaugmentation

In einer prospektiven randomisierten kontrollierten Studie zeigten Fritzell et al. [52], dass die Kyphoplastik nicht kosteneffektiv ist im Vergleich zu einer Standardtherapie bei Patienten mit akuten und subakuten vertebralen Kompressionsfrakturen mit einem QALY COST (Quality at adjust Lifeyear) für die Kyphoplastie von 134.043 USD basierend auf einem 2-Jahres-Follow-up.

Im Gegensatz hierzu wurde die Kyphoplastie als kosteneffektiv bei der Behandlung von hospitalisierten Patienten mit vertebralen Kompressionsfrakturen in England angesehen [7]. Es ist generell akzeptiert, dass eine Intervention ab einer Kosten zu QALY Relation von < 50.000 USD als kosteneffektiv angesehen wird. Auf Grund des Fehlens konklusiver Daten, dass die Kyphoplastie bessere Ergebnisse als die Vertebroplastik bezüglich Schmerz und/oder HRQOL-Daten ergibt, sind basierend auf der Literatur die zusätzlichen Kosten der Kyphoplastik rein aus ökonomischen Aspekten momentan nicht zu rechtfertigen. OUP

Interessenkonflikt: Keine angegeben

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Jörg Jerosch
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie
und Sportmedizin
Johanna-Etienne-Krankenhaus
Am Hasenberg 46, 41462 Neuss
J.Jerosch@ak-neuss.de

Literatur

1. Consensus Development Conference. Diagnosis, Prophylaxis, and Treatment of Osteoporosis. *Am J Med* 1993; 94: 646–650
2. Minne HW. Lebensqualität im Alter bedroht durch Osteoporose? *Pharmazie in unserer Zeit* 1991; 3: 109–113
3. Kanis JA, group W. s. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. *Osteoporosis International* 1994; 4: 368–381
4. O'Neill TW, Silman AJ. Definition and Diagnosis of Vertebral Fracture. *J Rheum* 1997; 24: 1208–1211
5. Cooper et al. Incidence of Clinically Diagnosed Vertebral Fractures: A Population-Based Study on Rochester, MN, 1985–1989. *J. Bone and Mineral Research* 1992; Vol. 7, No. 2
6. Day JC. Population Projections of the United States by Age, Sex, Race, and Hispanic Origin: 1995–2050. US Bureau of the Census, Current Population Reports P25–1130. Washington, DC, US Government Printing Office, 1996
7. Svedbom A, Alvares L, Cooper C, Marsh D, Ström O: Balloon kyphoplasty compared to vertebroplasty and nonsurgical management in patients hospitalized with acute osteoporotic vertebral compression fracture: A UK cost-effectiveness analysis. *Osteoporos Int* 2013; 24: 355–367
8. Ross PD. Clinical Consequences of Vertebral Fractures. *Am J Med.* 1997; 103: 30S–43S.
9. Hallberg I, Rosenqvist AM, Kartous L, Löfman O, Wahlström O, Toss G: Health-related quality of life after osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 2004; 15: 834–841
10. Silvermann SL, Minshall ME, Shen W, Harper KD, Xie S: Health-Related Quality of Life Subgroup of the Multiple Outcomes of Raloxifene Evaluation Study: The relationship of health-related quality of life to prevalent an incident vertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis: Results from the Multiple Outcomes of Raloxifene Evaluation Study. *Arthritis Rheum* 2001; 44: 2611–2619
11. Lau E, Ong K, Kurtz S, Schmier J, Edidin A: Mortality following the diagnosis of a vertebral compression fracture in the Medicare population. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 1479–1486
12. Morin S, Lix LM, Azimae M, Metge C, Caetano P, Leslie WD: Mortality rates after incident non-traumatic fractures in older men and women. *Osteoporos Int* 2011; 22: 2439–2448
13. Edidin AA, Ong KL, Lau E, Kurtz SM: Life expectancy following diagnosis of a vertebral compression fracture. *Osteoporos Int* 2013; 24: 451–458
14. Kado DM, Duong T, Stone KL et al. Incident vertebral fractures and mortality in older women: A prospective study. *Osteoporos Int* 2003; 14: 589–594
15. Cauley JA, Thompson DE, Ensrud KC, Scott JC, Black D: Risk of mortality following clinical fractures. *Osteoporos Int* 2000; 11: 556–561
16. Ekman EF: The role of the orthopaedic surgeon in minimizing mortality and morbidity associated with fragility fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2010; 18: 278–285
17. Consensus development conference: Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1991; 90: 107–110
18. Bono CM, Kauffmann CP, Garfin SR: Surgical options and indications: Kyphoplasty and vertebroplasty, in Herkowitz HN, Dvorak J, Bell GR, DirSci MN, Grob D, eds: *The Lumbar Spine*, ed 3. Philadelphia, PA Lippincott Williams & Wilkins, 2004, pp 672–682
19. Are M, Burton AW: Thoracic spinal pain, in Slipman WC, Derby R, Simeone FA, Mayer TG, eds: *Interventional Spine: An Algorithmic Approach*. Philadelphia, PA Elsevier, 2008, pp 777–786
20. Nieuwenhuijse MJ, van Rijswijk CS, van Erkel AR, Dijkstra SP. The intravertebral cleft in painful long-standing osteoporotic vertebral compression fractures treated with percutaneous vertebroplasty: Diagnostic assessment and clinical significance. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012; 37: 974–981
21. Röllinghoff M, Zarghooni K, Schlüter-Brust K et al. Indications and contraindications for vertebroplasty and kyphoplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130: 765–774
22. Galibert P, Deramond H: Percutaneous acrylic vertebroplasty as a treatment of vertebral angiomata as well as painful and debilitating diseases. *Chirurgie* 1990; 116: 326–334
23. Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, Scribner RM, Reiley ME, Talmadge K. An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine* 2001; 26: 151–156
24. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Boikott SM. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 1999; 24: 1772–1776
25. Bai B, Jazrawi LM, Kummer FJ, Spivak JM. The Use of an injectable, biodegradable calcium phosphate bone substitute for the prophylactic augmentation of osteoporotic vertebrae and the management of vertebral compression fractures. *Spine* 2000; 24: 1521–1526
26. Heini PF, Berlemann U, Kaufmann M et al. Augmentation of mechanical properties in osteoporotic vertebral bones: a biomechanical investigation of vertebroplasty efficacy with different bone cements. *Eur Spine* 2001; 10: 164–171
27. Ikeuchi M, Yamamoto H, Shibata T, Otani M. Mechanical augmentation of the vertebral body by calcium phosphate cement injection. *J Orthop Sci* 2001; 6: 39–45
28. Stechow D von, Alkalay R. Perkutane Vertebroplastik mit Polymethylmethacrylat (PMMA) in frakturierten osteoporotischen Wirbelkörpern. Eine biomechanische Untersuchung. *Z. Orthop.* 2001;
29. Wang GW, Wilson CS, Hubbard SL. Safety of anterior cement fixation in the cervical spine: in vivo study of the dog spine. *South Med J* 1984; 77: 178–179.
30. Jerosch J, Filler TJ, Peuker ET, Grönmeyer D, Gewargez A, Grundei H. Perkutane vertebrale Augmentation (PVA) bei osteoporotischen Wirbelkörpern – eine experimentelle Untersuchung. *Biomedizinische Technik* 1999; 44: 190–193
31. Jerosch J. Vertebro- und Kyphoplastik. *Orthopädie und Rheuma* 2004; 38–44
32. Jerosch J.: Osteoporotische Wirbelkörperfrakturen – Stellenwert der Vertebro- und Kyphoplastik. *Orthopädie & Rheuma*; 2006: 46–49
33. Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, et al: A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures. *N Engl J Med* 2009; 361: 569–579
34. Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR et al: A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures. *N Engl J Med* 2009; 361: 557–568
35. Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J et al: Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): A randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 373: 1016–1024
36. Boonen S, Van Meirhaeghe J, Bastian L et al: Balloon Kyphoplasty for the treatment of acute vertebral compression fractures: 2-years results from a randomized trial. *J Bone Miner Res* 2011; 26: 1627–1637
37. Van Meirhaeghe J, Bastian L, Boonen S, Ranstam J, Tillmann JB, Wardlaw D. On behalf of the FREE investigators: A randomized trial of balloon kyphoplasty and non-surgical management for treating acute vertebral compression fractures: Vertebral body kyphosis correction and surgical parameters. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013; 38: 971–983
38. Voormolen MH, Mali WP, Lohle PN, et al: Percutaneous vertebroplasty compared with optimal pain medication treatment: Short-term clinical outcome of patients with subacute or chronic

Kaum ein Bauwerk auf der Welt ist so bekannt und beliebt wie der Kölner Dom und kaum eine Verfassung wird so treu gelebt wie das „Kölsche Grundgesetz“. Beide stehen für Köln. Ein einzigartiges Motiv: Der Kölner Dom aus den Worten des „Kölschen Grundgesetzes“.



Dom op Kölsch

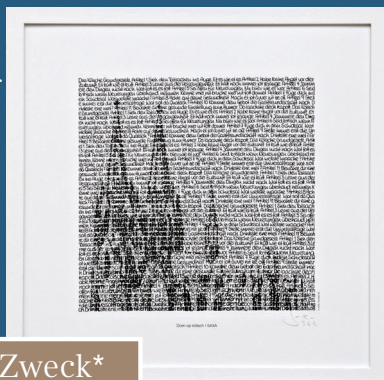
Offset-Druck auf 300g/qm
Profi-Silk-Bilderdruckpapier
farbig lackierter Echtholz-
rahmen (weiß oder schwarz)
Passepartout, signiert, datiert
Bildmaß: 50 x 50 cm

€ 125,-

Dom op Kölsch

Offset-Druck auf 300g/qm
Profi-Silk-Bilderdruckpapier farbig
lackierter Echtholzrahmen (weiß
oder schwarz), signiert, datiert
Bildmaß: 30 x 30 cm

€ 65,-



10% für einen guten Zweck*

*Von jedem verkauften Bild gehen 10% des Erlöses an den Förderverein für krebskranke Kinder e.V. Köln.

Für Ihre Bestellung

Bitte senden an: EDITION Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Dieselstraße 2, 50859 Köln

Ja, ich bestelle mit 14-tägigem Widerrufsrecht

(nur unversehrt und als frankiertes Paket):

Alle Preise verstehen sich inkl. 19% MwSt. und zzgl. € 10,- Versandkosten.

__ Expl. „Dom op kölsch“ 50x50

€ 125,-

Bitte Rahmenfarbe wählen

weiß schwarz

__ Expl. „Dom op kölsch“ 30x30

€ 65,-

weiß schwarz

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Ort

Telefon:

Email-Adresse

Datum / Ort

Unterschrift

Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. Angebot freibleibend.
Deutscher Ärzte-Verlag GmbH – Sitz Köln – HRB 106 Amtsgericht Köln.
Geschäftsführung: Norbert A. Frotzheim, Jürgen Führer

- painful osteoporotic vertebral compression fractures. The VERTOS study. AJNR Am J Neuroradiol 2007; 28: 555–560
39. Farrokhi MR, Alibai E, Maghami Z: Randomized controlled trial of percutaneous vertebroplasty versus optional medial management for the relief of pain and disability in acute osteoporotic vertebral compression fractures. J Neurosurg Spine 2011; 14: 561–569
 40. Klazen CA, Lohle PN, de Vries J et al: Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): An open-label randomised trial. Lancet 2010; 376: 1085–1092
 41. Blasco J, Martinez-Ferrer A, Macho J et al: Effect of vertebroplasty on pain relief, quality of life, and the incidence of new vertebral fractures: A 12 month randomized follow-up, controlled trial. J Bone Miner Res 2012; 27: 1159–1166
 42. Rousing R, Andersen MO, Jespersen SM, Thomsen K, Laritsen J: Percutaneous vertebroplasty compared to conservative treatment in patients with painful acute or subacute osteoporotic vertebral fractures: Three-month follow-up in a clinical randomized study. Spine (Phila Pa 1976) 2009; 34: 1349–1354
 43. Rousing R, Hansen KL, Andersen MO, Jespersen SM, Thomsen K, Lauritsen JM: Twelve-month follow-up in forty-nine patients with acute/semiacute osteoporotic vertebral fractures treated conservatively or with percutaneous vertebroplasty: A clinical randomized study. Spine (Phila Pa 1976) 2010; 35: 478–482
 44. Anderson PS, Froysheter AB, Tontz WL Jr: Meta-analysis of vertebral augmentation compared with conservative treatment for osteoporotic spinal fractures. J Bone Miner Res 2013; 28: 372–382
 45. Han S, Wan S, Ning L, Ton Y, Zhang J, Fan S: Percutaneous vertebroplasty versus balloon kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: A meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials. Int Orthop 2011; 35: 1349–1358
 46. Omid-Kashani F, Samini F, Hasankhani EG, Kachooei AR, Toosi KZ, Goldhasani-Keshtan F: Does percutaneous kyphoplasty have better functional outcome than vertebroplasty in single level osteoporotic compression fractures? A comparative prospective study. J Osteoporos 2013; 2013: 690329.
 47. Martin DJ, Rad AE, Dallmes DF: Prevalence of extravertebral cement leakage after vertebroplasty: Procedural documentation versus CT detection. Acta Radiol 2012; 53: 569–572
 48. Verlaan JJ, Dhert WJ, Verbout AJ, Oncer FC: Balloon vertebroplasty in combination with pedicle screw instrumentation: A novel technique to treat thoracic and lumbar burst fractures. Spine (Phila Pa 1976) 2005; 30: E73–E79
 49. Patel AA, Vaccaro AR, Artyak GG et al: Neurologic deficit following percutaneous vertebral stabilization. Spine (Phila Pa 1976) 2007; 32: 1728–1734
 50. Wang LJ, Yang HL, Shi YX, Jiang WM, Chen L: Pulmonary cement embolism associated with percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty: A Systematic review. Orthop Surg 2012; 4: 182–189
 51. Zhang Z, Fan J, Ding Q, Wu M, Yin G: Risk factors for new osteoporotic vertebral compression fractures after vertebroplasty: A systematic review of a meta-analysis. J Spinal Disord Tech 2013; 26: E150–E157
 52. Fritzell P, Ohlin A, Borgström F: Cost-effectiveness of balloon kyphoplasty versus standard medical treatment in patients with osteoporotic vertebral compression fracture: A Swedish multicenter randomized controlled trial with 2-Year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) 2011; 36: 2243–2251